

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-116699

(43)Date of publication of application : 07.05.1996

(51)Int.Cl.

H02P 9/30

F02N 11/04

F02N 11/08

H02J 7/14

H02P 6/20

(21)Application number : 06-249023

(71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD

(22)Date of filing : 14.10.1994

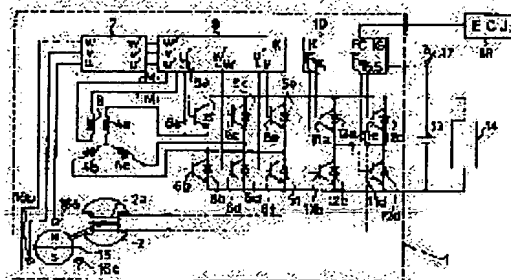
(72)Inventor : KAJIURA HIROAKI

## (54) ELECTRIC POWER GENERATOR FOR VEHICLE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To realize reduction in size and weight and low cost of electric power generator for vehicle and improve controlability by fully utilizing electric function and power generating function with only one armature coil

CONSTITUTION: An electric power generator 1 comprises a voltage applying circuit for applying a part of the output voltage rectified by a full-wave rectifying circuit to armature coils 4a to 4c, a phase control circuit 9 for driving transistors 6a to 6f and the an excitation circuit for switching the excitation direction to a field coil 2a. The phase control circuit 9 drives transistors 6a to 6f with the 120° power feeding system at the time of initiating the electric operation and thereafter drives each transistor by the 180° power feeding system so that the phase of AC voltage lead by 90° the phase of the voltage induced on the armature coil. Moreover, at the time of power generation, the exciting direction is switched and the phase control circuit 9 drives the transistors 6a to 6f by the 180° power feeding system so that the phase of voltage applied leads by 90° the phase of the voltage induced in the armature coil.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3381411

[Date of registration] 20.12.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-116699

(43) 公開日 平成8年(1996)5月7日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 P 9/30	C			
F 0 2 N 11/04				
11/08	V			
H 0 2 J 7/14	M			

H 0 2 P 6/ 02 3 4 1 K

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-249023

(22) 出願日 平成6年(1994)10月14日

(71) 出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 梶浦 裕章

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

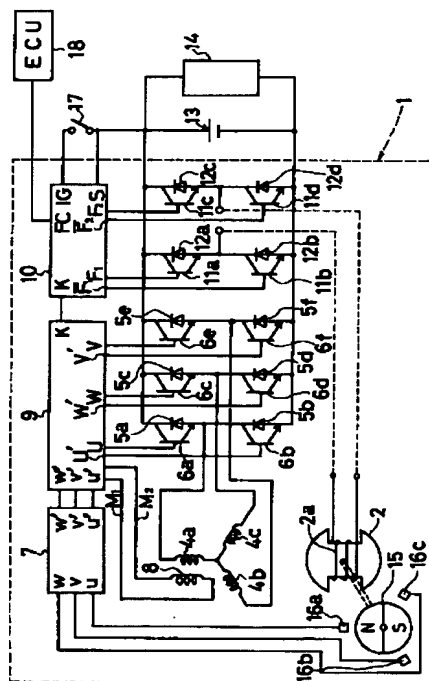
(74) 代理人 弁理士 石黒 健二

#### (54) 【発明の名称】 車両用電動発電装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 1つの電機子巻線により電動機能と発電機能とを両立させて、車両用電動発電装置1の小型軽量化、低コスト化、および制御性の向上を図る。

【構成】 電動発電装置1は、全波整流回路で整流された出力電圧の一部を電機子巻線4a～4cに印加する電圧印加回路、トランジスタ6a～6fを駆動する位相制御回路9、および界磁巻線2aへの励磁方向を切り換える励磁回路を備える。位相制御回路9は、電動始動時に120°通電方式で各トランジスタ6a～6fを駆動し、その後180°通電方式で、交流電圧の位相が電機子巻線誘起電圧の位相に対して90°進むように各トランジスタを駆動する。また、発電時には、励磁方向を切り換え位相制御回路9により180°通電方式で印加電圧の位相が、電機子巻線誘起電圧の位相により90°進むように各トランジスタ6a～6fを駆動する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 a) 界磁巻線を有し、この界磁巻線が励磁されて磁束を発生する回転子と、

b) 電機子巻線を有し、前記回転子との相対回転に伴って前記電機子巻線に誘起電圧が発生する固定子と、

c) 前記界磁巻線を励磁する励磁回路と、

d) 前記電機子巻線に結線された複数のスイッチング素子を備え、これらのスイッチング素子によって前記電機子巻線に発生する誘起電圧を全波整流して負荷に供給する全波整流回路を形成するとともに、その全波整流回路の出力電圧の一部を前記電機子巻線に交流電圧として印加する電圧印加回路を形成するスイッチング手段と、

e) 電動機としての始動時には電気角で略  $120^\circ$  期間通電する  $120^\circ$  通電方式で前記スイッチング素子を駆動し、前記始動時以外の電動時および発電時には電気角で略  $180^\circ$  期間通電する  $180^\circ$  通電方式で前記スイッチング素子を駆動する位相制御回路とを備えた車両用電動発電装置。

【請求項 2】 a) 界磁巻線を有し、この界磁巻線が励磁されて磁束を発生する回転子と、

b) 電機子巻線を有し、前記回転子との相対回転に伴って前記電機子巻線に誘起電圧が発生する固定子と、

c) 前記界磁巻線を正負両方向に励磁可能に設けられて、電動時と発電時とで前記界磁巻線への励磁方向を切り換える励磁回路と、

d) 前記電機子巻線に結線された複数のスイッチング素子を備え、これらのスイッチング素子によって前記電機子巻線に発生する誘起電圧を全波整流して負荷に供給する全波整流回路を形成するとともに、その全波整流回路の出力電圧の一部を前記電機子巻線に交流電圧として印加する電圧印加回路を形成するスイッチング手段と、

e) 前記回転子に生じる磁束方向と前記電機子巻線との相対的な回転位置を検出する位置検出手段と、

f) 電動機として始動後、前記回転子の回転数が所定回転数以上の時は、前記電圧印加回路により前記電機子巻線に印加される交流電圧の位相が前記電機子巻線に発生する誘起電圧の位相に対して電気角で  $90^\circ$  進むように、前記位置検出手段の検出値に基づいて前記スイッチング素子を駆動する位相制御回路とを備えた車両用電動発電装置。

【請求項 3】 a) 界磁巻線を有し、この界磁巻線が励磁されて磁束を発生する回転子と、

b) 電機子巻線を有し、前記回転子との相対回転に伴って前記電機子巻線に誘起電圧が発生する固定子と、

c) 前記界磁巻線を正負両方向に励磁可能に設けられて、電動時と発電時とで前記界磁巻線への励磁方向を切り換える励磁回路と、

d) 前記電機子巻線に結線された複数のスイッチング素子を備え、これらのスイッチング素子によって前記電機子巻線に発生する誘起電圧を全波整流して負荷に供給す

る全波整流回路を形成するとともに、その全波整流回路の出力電圧の一部を前記電機子巻線に交流電圧として印加する電圧印加回路を形成するスイッチング手段と、

e) 前記回転子に生じる磁束方向と前記電機子巻線との相対的な回転位置を検出する位置検出手段と、

f) 発電機として駆動する場合は、前記電圧印加回路により前記電機子巻線に印加される交流電圧の位相が前記電機子巻線に発生する誘起電圧の位相に対して電気角で  $90^\circ$  遅れるように、前記位置検出手段の検出値に基づいて前記スイッチング素子を駆動する位相制御回路とを備えた車両用電動発電装置。

【請求項 4】 前記電圧印加回路により印加される交流電圧は、ステップ状に変化する擬似的正弦波から成ることを特徴とする請求項 1～3 に記載された何れかの車両用電動発電装置。

【請求項 5】 前記スイッチング素子は、前記電圧印加回路を構成するスイッチング素子部分と前記全波整流回路を構成するスイッチング素子部分とから成ることを特徴とする請求項 1～3 に記載された何れかの車両用電動発電装置。

【請求項 6】 前記電圧印加回路を構成する前記スイッチング素子部分はトランジスタであり、前記全波整流回路を構成する前記スイッチング素子部分はダイオードであることを特徴とする請求項 5 に記載された車両用電動発電装置。

【請求項 7】 前記電圧印加回路を構成する前記スイッチング素子部分と前記全波整流回路を構成するスイッチング素子部分とは一体の素子から成ることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載された車両用電動発電装置。

【請求項 8】 前記一体の素子は、IGBTであることを特徴とする請求項 7 に記載された車両用電動発電装置。

【請求項 9】 前記一体の素子は、MOS-FETであることを特徴とする請求項 7 に記載された車両用電動発電装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、車両に搭載される電動機と発電機とを一体化した車両用電動発電装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、始動電動機と充電発電機とを一体化した電動発電装置が提案されている（特開平 2-264153 号公報参照）。この電動発電装置は、始動電動機と充電発電機との双方が、エンジンのクランク軸に 1 つの動力伝達系で双方向の動力伝達可能に連結されるとともに、その動力伝達系に始動電動機への通電時と充電発電機による充電時とで変速比が変化する変速機構が介設されている。これにより、始動電動機として機能する場合には、変速機構により始動電動機の出力が減速してクランク軸に伝達され、充電発電機として機能する

場合には、クランク軸の出力が変速されることなく充電発電機に伝達される。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記の電動発電装置は、電動機能と発電機能の相反する性能（例えば、電動機として機能する回転数域では発電機として機能しない）を1つの回転機で実現させるために、電動作用と発電作用とを同時にこなすことが無いにも係わらず、電動用の電機子巻線と発電用の電機子巻線とをそれぞれ備えている。このため、電動発電装置の単位重量当りの出力が低くなるとともに、コストも高くなるという課題を有している。

#### 【0004】

【発明の目的】本発明は、上記事情に基づいて成されたもので、その目的は、1つの電機子巻線により電動機能と発電機能とを両立させて、車両用電動発電装置の小型軽量化、低コスト化、および制御性の向上を図ることを目的とする。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、請求項1では、界磁巻線を有し、この界磁巻線が励磁されて磁束を発生する回転子と、電機子巻線を有し、前記回転子との相対回転に伴って前記電機子巻線に誘起電圧が発生する固定子と、前記界磁巻線を励磁する励磁回路と、前記電機子巻線に結線された複数のスイッチング素子を備え、これらのスイッチング素子によって前記電機子巻線に発生する誘起電圧を全波整流して負荷に供給する全波整流回路を形成するとともに、その全波整流回路の出力電圧の一部を前記電機子巻線に交流電圧として印加する電圧印加回路を形成するスイッチング手段と、電動機としての始動時には電気角で略120°期間通電する120°通電方式で前記スイッチング素子を駆動し、前記始動時以外の電動時および発電時には電気角で略180°期間通電する180°通電方式で前記スイッチング素子を駆動する位相制御回路とを備えた技術的手段を採用する。

【0006】請求項2では、界磁巻線を有し、この界磁巻線が励磁されて磁束を発生する回転子と、電機子巻線を有し、前記回転子との相対回転に伴って前記電機子巻線に誘起電圧が発生する固定子と、前記界磁巻線を正負両方向に励磁可能に設けられて、電動時と発電時とで前記界磁巻線への励磁方向を切り換える励磁回路と、前記電機子巻線に結線された複数のスイッチング素子を備え、これらのスイッチング素子によって前記電機子巻線に発生する誘起電圧を全波整流して負荷に供給する全波整流回路を形成するとともに、その全波整流回路の出力電圧の一部を前記電機子巻線に交流電圧として印加する電圧印加回路を形成するスイッチング手段と、前記回転子に生じる磁束方向と前記電機子巻線との相対的な回転位置を検出する位置検出手段と、電動機として始動後、

前記回転子の回転数が所定回転数以上の時は、前記電圧印加回路により前記電機子巻線に印加される交流電圧の位相が前記電機子巻線に発生する誘起電圧の位相に対して電気角で90°進むように、前記位置検出手段の検出値に基づいて前記スイッチング素子を駆動する位相制御回路とを備えた技術的手段を採用する。

【0007】請求項3では、界磁巻線を有し、この界磁巻線が励磁されて磁束を発生する回転子と、電機子巻線を有し、前記回転子との相対回転に伴って前記電機子巻線に誘起電圧が発生する固定子と、前記界磁巻線を正負両方向に励磁可能に設けられて、電動時と発電時とで前記界磁巻線への励磁方向を切り換える励磁回路と、前記電機子巻線に結線された複数のスイッチング素子を備え、これらのスイッチング素子によって前記電機子巻線に発生する誘起電圧を全波整流して負荷に供給する全波整流回路を形成するとともに、その全波整流回路の出力電圧の一部を前記電機子巻線に交流電圧として印加する電圧印加回路を形成するスイッチング手段と、前記回転子に生じる磁束方向と前記電機子巻線との相対的な回転位置を検出する位置検出手段と、発電機として駆動する場合は、前記電圧印加回路により前記電機子巻線に印加される交流電圧の位相が前記電機子巻線に発生する誘起電圧の位相に対して電気角で90°遅れるように、前記位置検出手段の検出値に基づいて前記スイッチング素子を駆動する位相制御回路とを備えた技術的手段を採用する。

【0008】請求項4では、請求項1～3に記載された何れかの車両用電動発電装置において、前記電圧印加回路により印加される交流電圧は、ステップ状に変化する擬似的正弦波から成ることを特徴とする。請求項5では、請求項1～3に記載された何れかの車両用電動発電装置において、前記スイッチング素子は、前記電圧印加回路を構成するスイッチング素子部分と前記全波整流回路を構成するスイッチング素子部分とから成ることを特徴とする。

【0009】請求項6では、請求項5に記載された車両用電動発電装置において、前記電圧印加回路を構成する前記スイッチング素子部分はトランジスタであり、前記全波整流回路を構成する前記スイッチング素子部分はダイオードであることを特徴とする。請求項7では、請求項5または6に記載された車両用電動発電装置において、前記電圧印加回路を構成する前記スイッチング素子部分と前記全波整流回路を構成するスイッチング素子部分とは一体の素子から成ることを特徴とする。

【0010】請求項8では、請求項7に記載された車両用電動発電装置において、前記一体の素子は、IGBTであることを特徴とする。請求項9では、請求項7に記載された車両用電動発電装置において、前記一体の素子は、MOS-FETであることを特徴とする。

【0011】

【作用および発明の効果】請求項 1 に記載した本発明の車両用電動発電装置は、電動機としての始動時に 120° 通電方式でスイッチング素子を駆動し、始動時以外の電動時および発電時に 180° 通電方式でスイッチング素子を駆動する。電動機の始動時、即ち低回転時は、各スイッチング素子の許容電流により最大電流が制限される。そこで、同一電流において 180° 通電方式と 120° 通電方式とで各スイッチング素子を駆動し、電動始動時の出力トルクを比較すると、下述のように 120° 通電方式の方が出力トルクが大きくなる。

【0012】例えば、3 相電機子巻線の場合で説明すると、180° 通電方式（即ちスイッチング素子のオン時間が電気角で 180°）の場合は、ある 1 つの電機子巻線につながったスイッチング素子の 1 つがオンされている場合、他の 2 つの電機子巻線につながったスイッチング素子も必ずオンされている（図 21（b）参照）。この時、3 相電機子巻線には、図 21（a）に示すように、電機子巻線 u には電流  $I_{\alpha}$  が流れ、他の電機子巻線 v、w には、それぞれ電流  $1/2 I_{\alpha}$  が流れる。

【0013】この結果、各電機子巻線 u、v、w のターン数を n とすれば、合成起磁力 F は、図 22 に示すように、各電機子巻線 u、v、w の起磁力  $F_u$ 、 $F_v$ 、 $F_w$  のベクトル合計となり、

【数 1】  $F = 1.5 n I_{\alpha}$   
となる。

【0014】これに対して、120° 通電方式の場合は、ある 1 つの電機子巻線につながったスイッチング素子の 1 つがオンされている場合、他の何方か 1 つの電機子巻線につながったスイッチング素子がオンされている（図 23（b）参照）。この時、3 相電機子巻線には、図 23（a）に示すように、電機子巻線 u と電機子巻線 v（または電機子巻線 w）とにそれぞれ電流  $I_{\alpha}$  が流れる。この結果、合成起磁力 F は、図 24 に示すように、電機子巻線 U の起磁力  $F_u$  と電機子巻線 W の起磁力  $F_w$  とのベクトル合計となり、

【数 2】  $F = \sqrt{3} n I_{\alpha}$   
となる。

【0015】従って、180° 通電方式の場合と 120° 通電方式の場合との合成起磁力比を算出すると、

【数 3】  $F_{120^\circ} / F_{180^\circ} = \sqrt{3} n I_{\alpha} / 1.5 n I_{\alpha} \approx 1.15$

となり、同一電流では、120° 通電方式の方が 180° 通電方式より 15% 程度電動出力が向上する（図 19 参照）。

【0016】また、始動時以外の電動時および発電時、即ち高回転時は、電動出力が電機子巻線に印加される実効電圧に比例する。従って、始動時以外の電動時および発電時には、120° 通電方式より実効電圧が大きくなる 180° 通電方式で各スイッチング素子を駆動する。以上のように、電動機の始動時と始動時以外の電動時お

よび発電時とで 120° 通電方式と 180° 通電方式とを切り換えて各スイッチング素子を駆動することにより、始動時（低回転時）および高回転時ともに高い電動出力が可能となる。

【0017】請求項 2 に記載した本発明の車両用電動発電装置は、励磁回路により電動時と発電時とで界磁巻線への励磁方向を切り換えることができる。一般に、電動機では、電機子巻線への印加電圧を誘起電圧に対して 90° 進めた場合に最も出力が大きくなることが知られている。また、本願発明者は、発電時において、電機子巻線に発生する誘起電圧に対して 90° 遅れた交流電圧を電機子巻線に印加して、誘起電圧に対して遅れた位相の合成電圧を作ることにより、低回転時の発電出力が向上することを見出した（図 20 参照）。

【0018】これにより、電動時（始動時以外）に電機子巻線に印加される交流電圧の位相が電機子巻線に発生する誘起電圧の位相に対して電気角で 90° 進むように各スイッチング素子を駆動することにより、発電時には、励磁回路により界磁巻線への励磁方向を切り換えることで、電機子巻線に印加される交流電圧の位相が電機子巻線に発生する誘起電圧の位相に対して電気角で 90° 遅れるように各スイッチング素子を駆動することができる。

【0019】この結果、電動機としての電動出力および発電機としての低回転時の発電出力を向上することができるため、ある任意回転数の電動機能および発電機能を両立させることが可能となり、車両用電動発電装置の小型軽量化および低コスト化を図ることができる。また、励磁回路により界磁巻線への励磁方向を切り換えることによって電動と発電の切り換えを連続的に行なうことができることから、制御性の向上を図ることができる。

【0020】また、請求項 3 に記載した本発明の車両用電動発電装置は、発電機として駆動する場合に、電機子巻線に印加される交流電圧の位相が電機子巻線に発生する誘起電圧の位相に対して電気角で 90° 遅れるように、スイッチング素子を駆動し、励磁回路によって電動時と発電時とで界磁巻線への励磁方向を切り換えることにより、請求項 2 と同様の効果を得ることができる。

【0021】

【実施例】次に、本発明の一実施例を図に基づいて説明する。図 1 は車両用電動発電装置の全体構成図である。本実施例の車両用電動発電装置 1 は、界磁巻線 2 a を有する回転子 2、電機子巻線 4 a、4 b、4 c を有する固定子（図示しない）、界磁巻線 2 a を励磁する励磁回路（下述する）、電機子巻線 4 a～4 c に誘起された交流電圧を全波整流する 6 個のダイオード 5 a～5 f、この整流後の出力電圧の一部を電機子巻線 4 a～4 c に印加する 6 個のトランジスタ 6 a～6 f、界磁巻線 2 a の磁束方向と電機子巻線 4 a～4 c との相対的な回転位置を検出する位置検出手段（下述する）、この位置検出手段

の出力を増幅する増幅回路 7、回転子 2 の回転速度を検出するための速度検出巻線 8、増幅回路 7 の出力および速度検出巻線 8 に生じる誘起電圧に基づいてトランジスタ 6 a ~ 6 f を駆動する位相制御回路 9、および励磁回路を制御する制御回路 10 より構成されている。

【0022】回転子 2 は、界磁巻線 2 a が励磁回路 6 より励磁されることで界磁として働き、エンジン（図示しない）の回転動力を受けて回転駆動（図 1 の反時計方向）される。電機子巻線 4 a、4 b、4 c は、図 1 に示すように Y 結線されて、回転子 2 の回転に伴って電機子巻線 4 a、4 b、4 c の順に電気角で  $120^\circ$  の位相差を持った誘起相電圧が発生する。励磁回路は、励磁電流の断続を行なう 4 個のトランジスタ 11 a ~ 11 d と、各トランジスタ 11 a ~ 11 d とそれぞれ並列に接続された 4 個のダイオード 12 a ~ 12 d とから成り、電動時と発電時とで界磁巻線 2 a への励磁方向を正負両方向に切り換える。

【0023】6 個のダイオード 5 a ~ 5 f（本発明のスイッチング素子）は、ブリッジ形に接続されて本発明の全波整流回路を構成し、整流後の出力電圧がバッテリー 13 および電気負荷 14 に供給される。各トランジスタ 6 a ~ 6 f（本発明のスイッチング素子）は、各ダイオード 5 a ~ 5 f とそれぞれ並列に、且つ各ダイオード 5 a ~ 5 f に対してそれぞれ導通方向が逆方向となるように接続されて、本発明の電圧印加回路を構成する。

【0024】位置検出手段は、回転子 2 と同一極数（本実施例では 2 極）に設けられて、回転子 2 と一体に回転するセンサ磁極 15 と、3 個の磁気センサ 16 a ~ 16 c とから成る。センサ磁極 15 は、励磁回路のトランジスタ 11 a、11 d がオンした時に、回転子 2 磁極に発生する磁界の方向（正方向）とセンサ磁極 15 に発生する磁界の方向とが一致するように設置されている。

【0025】磁気センサ 16 a ~ 16 c は、例えば、図 2 に示すように、ホール素子 16 を用いたもので、そのホール素子 16 に駆動電流を流して、ホール素子 16 の受感面に加わる磁束の直交成分に応じた電圧を発生するものである。各磁気センサ 16 a ~ 16 c は、各電機子巻線 4 a ~ 4 c に対してそれぞれ同位相の位置、即ち電機子巻線 4 a に対して磁気センサ 16 a を、電機子巻線 4 b に対して磁気センサ 16 b を、電機子巻線 4 c に対して磁気センサ 16 c を、それぞれ電気角で同位相に配置している。

【0026】増幅回路 7 は、図 3 に示すように、3 つの作動増幅回路 7 a ~ 7 c より構成されて、各作動増幅回路 7 a ~ 7 c により各磁気センサ 16 a ~ 16 c の出力  $u$ 、 $v$ 、 $w$  をそれぞれ増幅して信号  $u'$ 、 $v'$ 、 $w'$  とする。

【0027】位相制御回路 9 は、図 4 に示すように、ヒステリシスバッファ回路 9 a、論理積回路 9 b、信号切

換回路 9 c より構成される。ヒステリシスバッファ回路 9 a は、作動増幅回路 7 a ~ 7 c からの信号  $u'$ 、 $v'$ 、 $w'$  を 2 組のデジタル信号  $u_0$ 、 $v_0$ 、 $w_0$  および  $u_1$ 、 $v_1$ 、 $w_1$ （但し、信号  $u_1$ 、 $v_1$ 、 $w_1$  は、信号  $u_0$ 、 $v_0$ 、 $w_0$  の反転信号である）に変換する。

【0028】論理積回路 9 b は、ヒステリシスバッファ回路 9 a で変換された 2 組のデジタル信号  $u_0$ 、 $v_0$ 、 $w_0$  および  $u_1$ 、 $v_1$ 、 $w_1$  の論理積（ $v_0 * w_1 = U_0$ 、 $w_0 * u_1 = V_0$ 、 $u_0 * v_1 = W_0$ 、 $v_1 * w_0 = U_1$ 、 $w_1 * u_0 = V_1$ 、 $u_1 * v_0 = W_1$ ）を演算する。切換信号発生回路 9 d は、速度検出巻線 8 に発生する誘起電圧を整流し、その整流電圧に基づいて信号切換回路 9 c の切換信号を作り出す。

【0029】信号切換回路 9 c は、切換信号発生回路 9 d より出力される切換信号に基づいて、ヒステリシスバッファ回路 9 a で変換された信号（ $u_0$ 、 $v_0$ 、 $w_0$  および  $u_1$ 、 $v_1$ 、 $w_1$ ）と、論理積回路で演算された信号（ $U_0$ 、 $V_0$ 、 $W_0$  および  $U_1$ 、 $V_1$ 、 $W_1$ ）を選択する。具体的には、切換信号発生回路 9 d の出力電圧が 0 の場合（即ち速度検出巻線 8 に誘起電圧が発生していない場合）は、論理積回路 9 b で演算された信号が選択され、切換信号発生回路 9 d より一定レベルの電圧が出力された場合は、ヒステリシスバッファ回路 9 a で変換された信号が選択される。

【0030】出力回路 9 e は、制御回路 10 より駆動信号を受けて、信号切換回路 9 c で選択された信号を各トランジスタ 6 a ~ 6 f への駆動信号  $U$ 、 $V$ 、 $W$  および  $U'$ 、 $V'$ 、 $W'$  として出力する。

【0031】制御回路 10 は、バッテリー 13 の電圧を検出する S 端子、イグニッションスイッチ 17 を介してバッテリー 13 に接続される IG 端子、および ECU 18（マイクロコンピュータを内蔵するエンジン制御ユニット）から電動モードと発電モードとの選択を受ける FC 端子等が設けられている。

【0032】次に、本実施例の作動を説明する。イグニッションスイッチ 17 の ON によって制御回路 10 の IG 端子とバッテリー 13 とが接続されると、制御回路 10 は、励磁回路のトランジスタ 11 a、11 d をフルオンして界磁巻線 2 a を正方向（センサ磁極 15 と同方向）に励磁する。この時、ECU 18 からは、電動モードを指令する電動モード信号が制御回路 10 の FC 端子に入力されて、制御回路 10 から位相制御回路 9 の K 端子に駆動信号が入力されている。

【0033】増幅回路 7 は、回転子 2 の位置を示す磁気センサ 16 a ~ 16 c の信号  $u$ 、 $v$ 、 $w$  を増幅して  $u'$ 、 $v'$ 、 $w'$  とする。位相制御回路 9 では、切換信号発生回路 9 d で速度検出巻線 8 の発生起電圧（誘起電圧）が 0 であることを検出して切換信号とする。信号切換回路では、切換信号発生回路 9 d の切換信号により、論理積回路 9 b で演算された信号  $U_0$ 、 $V_0$ 、 $W_0$  およ

び $U_i$ 、 $V_i$ 、 $W_i$ を選択する。出力回路9eでは、信号切換回路9cで選択された信号 $U_o$ 、 $V_o$ 、 $W_o$ および $U_i$ 、 $V_i$ 、 $W_i$ を各トランジスタ6a～6fへの駆動信号 $U$ 、 $V$ 、 $W$ および $U'$ 、 $V'$ 、 $W'$ として出力する。

【0034】これにより、各トランジスタ6a～6fが駆動信号 $U$ 、 $V$ 、 $W$ および $U'$ 、 $V'$ 、 $W'$ により120°通電方式で駆動されて、電動発電装置1が電動機として駆動されることにより、電動発電装置1に接続されたエンジンを始動する。なお、120°通電方式とは、電気角で略120°期間各トランジスタ6a～6fをオンするもので、厳密に120°でなくても良い。

【0035】この時のタイミングチャートを図5～図7に示す。回転子2の磁極位置に対してセンサ磁極15と磁気センサ16a～16cとが図5に示す位置関係にある場合、回転子2の回転に伴って各磁気センサ16a～16cより図6(a)に示すセンサ出力 $u$ 、 $v$ 、 $w$ が得られる。このセンサ出力 $u$ 、 $v$ 、 $w$ (増幅信号 $u'$ 、 $v'$ 、 $w'$ )をデジタル化したデジタル信号(図6(b)参照)を位相制御回路9内で演算処理することにより、図6(c)に示す各トランジスタ6a～6fへの駆動信号 $U$ 、 $V$ 、 $W$ および $U'$ 、 $V'$ 、 $W'$ が得られる。

【0036】この駆動信号 $U$ 、 $V$ 、 $W$ および $U'$ 、 $V'$ 、 $W'$ で各トランジスタ6a～6fを120°通電した場合、電機子巻線4a～4cに印加される印加相電圧(図6(e)参照)および印加線間電圧(図6(d)参照)は、回転子2の回転によって固定子に誘起される誘起相電圧(図7(b)参照)および誘起線間電圧(図7(a)参照)に対してそれぞれ同位相となり、最大始動トルクが得られる状態となっている。ここで、120°通電方式で駆動するのは、電動機の始動トルクが各トランジスタ6a～6fの許容電流により制限されるのを考慮して、限られた電流で大トルクを発生させるためである(図21～24参照)。

【0037】その後、エンジンが設定回転数(例えばアイドル回転数)になった時、速度検出巻線8の誘起電圧が上昇し、切換信号発生回路9dからは一定のレベルの信号が出力される。これにより、信号切換回路9cでは、ヒステリシスバッファ回路9aで変換された信号 $u_o$ 、 $v_o$ 、 $w_o$ および $u_i$ 、 $v_i$ 、 $w_i$ が選択されて、出力回路9eより180°通電方式の駆動信号 $U$ 、 $V$ 、 $W$ および $U'$ 、 $V'$ 、 $W'$ が出力される。

【0038】これにより、車両加速時においては、位相制御回路9による180°通電方式により電圧印加回路の各トランジスタ6a～6fを駆動して、電動発電装置1を電動機として駆動することにより、エンジンをアシストする。なお、180°通電方式とは、電気角で略180°期間各トランジスタ6a～6fをオンするもので、厳密に180°でなくても良い。

【0039】この時のタイミングチャートを図8～図10に示す。上記のエンジン始動時と同様に、回転子2の磁極位置に対してセンサ磁極15と磁気センサ16a～16cとが図8に示す位置関係(図5に示す位置関係と同じ)にある。

【0040】この状態で、センサ出力のデジタル信号(ヒステリシスバッファ回路9aで変換された信号 $u_o$ 、 $v_o$ 、 $w_o$ および $u_i$ 、 $v_i$ 、 $w_i$ )を各トランジスタ6a～6fへの駆動信号 $U$ 、 $V$ 、 $W$ および $U'$ 、 $V'$ 、 $W'$ とすることから、電機子巻線4a～4cに印加される印加相電圧(図9(d)参照)および印加線間電圧(図9(c)参照)は、回転子2の回転によって電機子巻線4a～4cに誘起される誘起相電圧(図10(b)参照)および誘起線間電圧(図10(a)参照)に対してそれぞれ90°進み、高回転時に最大電動トルクが得られる状態となっている。ここで、180°通電方式で駆動するのは、高回転時の電動出力が電機子巻線4a～4cに印加される実効電圧に比例するのを考慮して、実効電圧の高い通電方式で駆動するためである。

【0041】続いて、車両減速時および定常走行時には、ECU18から発電モードを指令する発電モード信号が制御回路10のFC端子に入力される。これにより、制御回路10は、バッテリー13の電圧を検出して、その電圧に見合った発電出力となるように励磁回路のトランジスタ11b、11cをデューティ制御し、界磁巻線2aを適当な電流で逆方向(センサ磁極15と逆方向)に励磁する。

【0042】位相制御回路9では、上記の電動モード時(エンジン回転数が設定回転数以上)と同様に、ヒステリシスバッファ回路9aで変換された信号 $u_o$ 、 $v_o$ 、 $w_o$ および $u_i$ 、 $v_i$ 、 $w_i$ が選択されて、出力回路9eより180°通電方式の駆動信号 $U$ 、 $V$ 、 $W$ および $U'$ 、 $V'$ 、 $W'$ が出力される。これにより、車両用減速時および定常走行時においては、位相制御回路9による180°通電方式により電圧印加回路の各トランジスタ6a～6fが駆動されて、電動発電装置1を発電機として駆動することにより、バッテリー13および負荷14に電力を供給する。

【0043】この時のタイミングチャートを図11～図13に示す。界磁巻線2aの励磁電流が逆方向となることから、回転子2の磁極位置に対するセンサ磁極15と磁気センサ16a～16cとが図11に示す位置関係となる。このため、各トランジスタ6a～6fを介して電機子巻線4a～4cに印加される印加相電圧(図12(d)参照)および印加線間電圧(図12(c)参照)は、回転子2の回転によって電機子巻線4a～4cに誘起される誘起相電圧(図13(b)参照)および誘起線間電圧(図13(a)参照)に対してそれぞれ90°遅れ、最大発電出力が得られる状態となっている。

【0044】ここで、本実施例の発電方式による効果を

10

20

30

40

50

従来の発電方式との比較に基づいて説明する。従来の発電方式では、図 14 に示すように、電機子抵抗  $r$ 、電機子インダクタンス  $L$ 、および負荷抵抗  $R$  が直列に接続されており、これに交流電圧源（誘起相電圧  $E_0$ ）が加えられており、負荷抵抗  $R$  の両端に加わる電圧  $V$  は、誘起相電圧  $E_0$  に対して位相差  $\delta$  だけ遅れることになる。

【数 4】そして、この位相差  $\delta$  は、下記の式に示されるように、 $R$  および  $r$  と  $\omega L$  との関係により受動的に決定される。

$$\text{【数 4】 } \delta = \tan^{-1} \{ \omega L / (R + r) \}$$

$\omega$  : 電気角速度 [ $\omega = (p/2) \times (n/60) \times 2\pi$ ]

$p$  : 磁極数

$n$  : 回転数 (rpm)

【数 4】このため、回転数  $n$  が低い時 ( $\omega$  が小さく、この  $\omega$  を無視できる時) は、 $\delta = 0^\circ$  と見做すと、相電流  $I$  は下記の式で求められる。ただし、 $k$ 、 $k'$  は比例定数である。

【数 5】

$$I = (E_0 - V) / Z_s$$

$$= (E_0 - V) / r$$

$$= (k\omega - V) / r$$

【数 5】また、回転数  $n$  が高い時 ( $\omega$  が大であり、この  $\omega$  に比し抵抗  $r$  が無視できる時) は、 $\delta = 90^\circ$  と見做すと、相電流  $I$  は下記の式で求められる。

【数 6】

$$I = E_0 / Z_s$$

$$= E_0 / \omega L$$

$$= k' / L$$

この結果、従来の発電方式では、回転数に対して、図 16 の破線グラフで示す出力電流が得られる。

【数 6】一方、本実施例の発電方式（1 相モデルの回路図を図 15 に示す）では、電圧印加回路を構成する各トランジスタ 6a～6f の駆動タイミングにより位相差  $\delta$  を  $90^\circ$  に設定することができる。そこで、例えば、図 17 および図 18 に示すように  $\delta = 90^\circ$  とすれば、回転数  $n$  が低い時 ( $\omega = \text{小}$ )、相電流  $I$  は以下の式で求められる。

【数 7】

$$I = E_0 / Z_s$$

$$= E_0 / r$$

$$= k\omega / r$$

【数 7】また、回転数  $n$  が高い時 ( $\omega = \text{大}$ )、相電流  $I$  は以下の式で求められる。

【数 8】

$$I = E_0 / Z_s$$

$$= E_0 / \omega L$$

【数 8】この結果、本実施例の発電方式では、回転数に対して、図 16 の実線グラフで示す出力電流が得られ、従来の発電方式と比べて低回転数域での出力が向上

することになる。

【数 8】以上のように、本実施例では、電動機としての始動時は  $120^\circ$  通電方式で各トランジスタ 6a～6f を駆動し、電動機として始動時以外および発電時は  $180^\circ$  通電方式で各トランジスタ 6a～6f を駆動することにより、始動時および高速回転時ともに高い電動トルクを得ることができる（図 19 参照）。また、各トランジスタ 6a～6f を前記タイミングでスイッチングしながら駆動することにより、発電時には、電機子巻線 4a～4c に発生する誘起電圧に対して  $90^\circ$  遅れた位相の交流電圧を印加することができることにより、低回転時の発電出力の大幅 UP が可能となる（図 20 参照）。

【数 8】また、本実施例では、電動と発電との切り換えを ECU 18 からのモード信号に基づいて界磁巻線 2 への界磁電流により連続的に行なうことができるため、制御性が良いと言える。以上のように、電動出力の向上（特に始動時）、および低回転時の発電出力の向上により、ある任意回転数の電動機能および発電機能を両立させることが可能となり、その結果、電動発電装置 1 の小型軽量化、低コスト化、および制御性の向上を図ることができる。

【数 8】〔変形例〕本実施例では、電動時において、電機子巻線 4a～4c への印加電圧が誘起電圧に対して電気角で  $90^\circ$  進むように各トランジスタ 6a～6f を駆動し、発電時には、励磁回路により界磁巻線 2a への励磁方向を切り換えて、電機子巻線 4a～4c への印加電圧が誘起電圧に対して電気角で  $90^\circ$  遅れるように各トランジスタ 6a～6f を駆動する方法を採用したが、その逆でも良い。つまり、発電時に電機子巻線 4a～4c への印加電圧が誘起電圧に対して電気角で  $90^\circ$  遅れるように各トランジスタ 6a～6f を駆動し、電動時には、励磁回路により界磁巻線 2a への励磁方向を切り換えて、電機子巻線 4a～4c への印加電圧が誘起電圧に対して電気角で  $90^\circ$  進むように各トランジスタ 6a～6f を駆動する方法を採用しても良い。

【数 8】本実施例では、電圧印加回路を構成するスイッチング素子としてトランジスタ 6a～6f を使用したが、サイリスタを使用することもできる。また、全波整流回路を構成するダイオード 5a～5f と電圧印加回路を構成するトランジスタ 6a～6f とを 1 つの素子で一体的に構成する IGBT あるいは MOS-FET とすることも可能である。

【数 8】本実施例では、3 個の電機子巻線 4a～4c を Y 結線としたが、相数および結線を限定するものではない。位置検出手段としてホール素子 16 を用いた磁気センサ 16a～16c を使用したが、フォトセンサを用いても良い。あるいはエンコーダ、レゾルバ等の回転センサを設置しても良い。

【図面の簡単な説明】

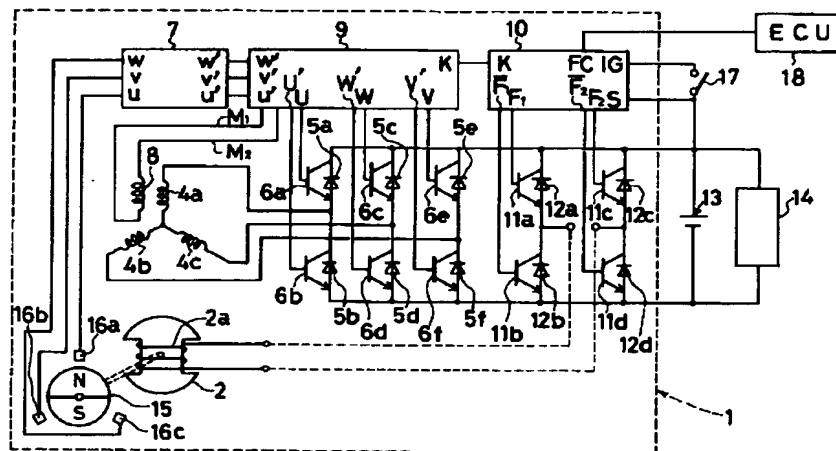


- 【図 1】 車両用交流電動発電装置の全体構成図である。  
 【図 2】 磁気センサの模式図である。  
 【図 3】 増幅回路の構成を示す回路図である。  
 【図 4】 位相制御回路の構成を示す回路図である。  
 【図 5】 電動始動時における回転子の磁極位置に対するセンサ磁極と磁気センサとの位置関係を示す図である。  
 【図 6】 電動始動時のタイミングチャートである。  
 【図 7】 電動始動時のタイミングチャートである。  
 【図 8】 電動時における回転子の磁極位置に対するセンサ磁極と磁気センサとの位置関係を示す図である。  
 【図 9】 電動時のタイミングチャートである。  
 【図 10】 電動時のタイミングチャートである。  
 【図 11】 発電時における回転子の磁極位置に対するセンサ磁極と磁気センサとの位置関係を示す図である。  
 【図 12】 発電時のタイミングチャートである。  
 【図 13】 発電時のタイミングチャートである。  
 【図 14】 従来の発電原理を示す 1 相モデルの回路図である。  
 【図 15】 本実施例の発電原理を示す 1 相モデルの回路図である。  
 【図 16】 本実施例の電動発電装置と従来電動発電装置とを比較するグラフである。  
 【図 17】 本実施例の発電方式を説明するベクトル図である。  
 【図 18】 本実施例の電圧電流波形図である。

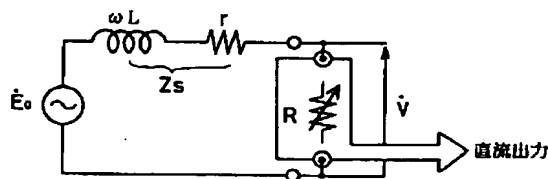
- \* 【図 19】 本実施例の発電方式と従来の発電方式とで発電電流を比較したグラフである。  
 【図 20】 本実施例の通電方式による電動トルクの変動を示すグラフである。  
 【図 21】 180° 通電方式の説明図である。  
 【図 22】 180° 通電方式により生じる起磁力のベクトル図である。  
 【図 23】 120° 通電方式の説明図である。  
 【図 24】 120° 通電方式により生じる起磁力のベクトル図である。  
 【符号の説明】  
 1 車両用電動発電装置  
 2 回転子  
 2a 界磁巻線  
 4a~4d 電機子巻線  
 5a~5f ダイオード（スイッチング素子／全波整流回路）  
 6a~6f トランジスタ（スイッチング素子／電圧印加回路）  
 9 位相制御回路  
 11a~11d トランジスタ（励磁回路）  
 12a~12d ダイオード（励磁回路）  
 15 センサ磁極（位置検出手段）  
 16a~16c 磁気センサ（位置検出手段）

\*

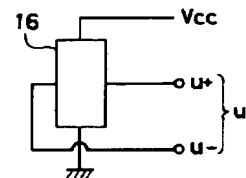
【図 1】



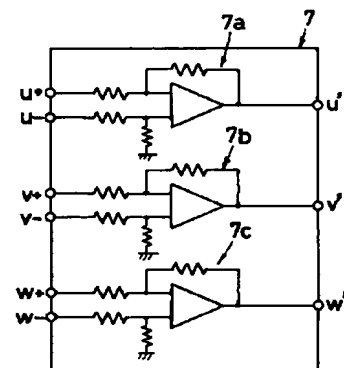
【図 14】



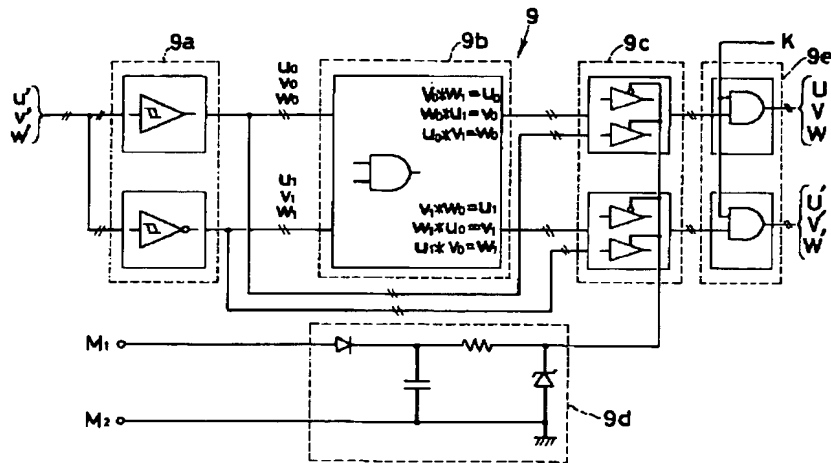
【図 2】



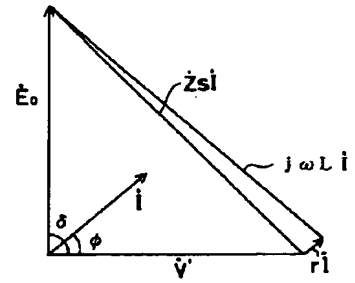
【図 3】



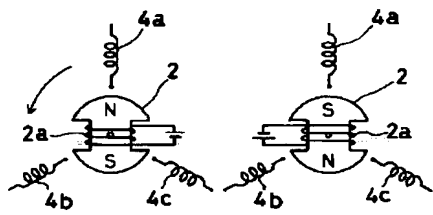
【図4】



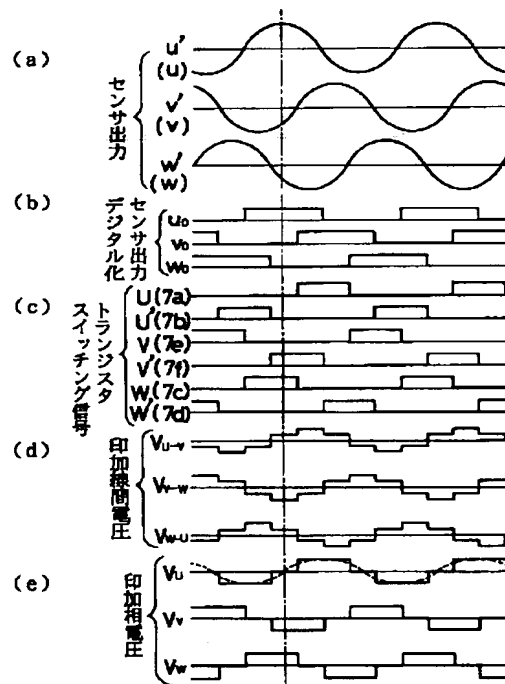
【図17】



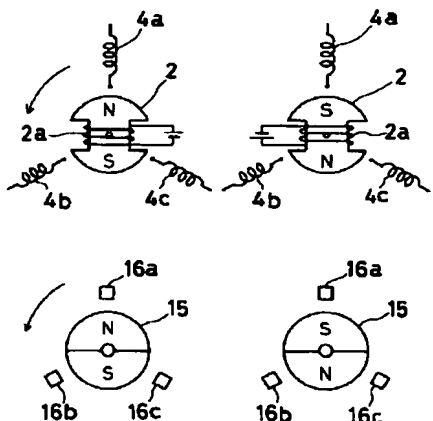
【図5】



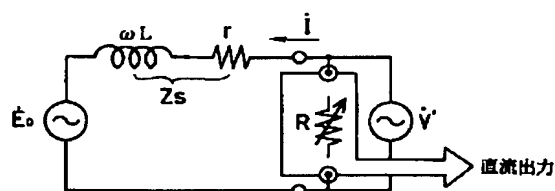
【図6】



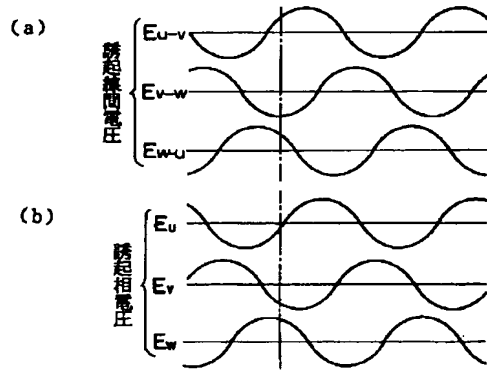
【図8】



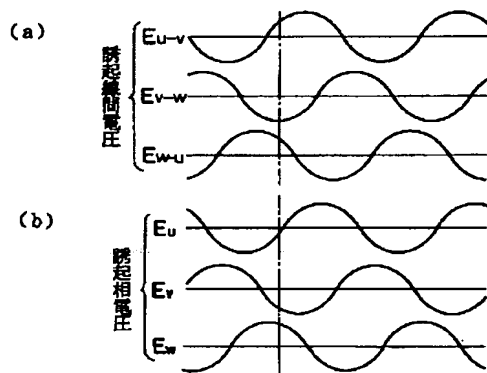
【図15】



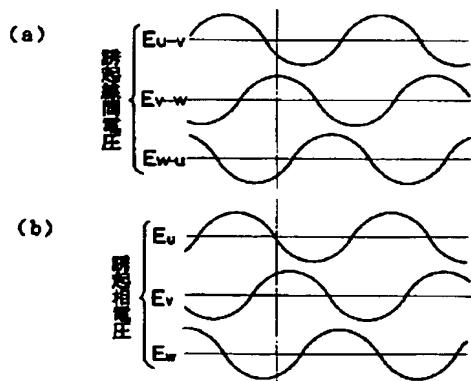
【図7】



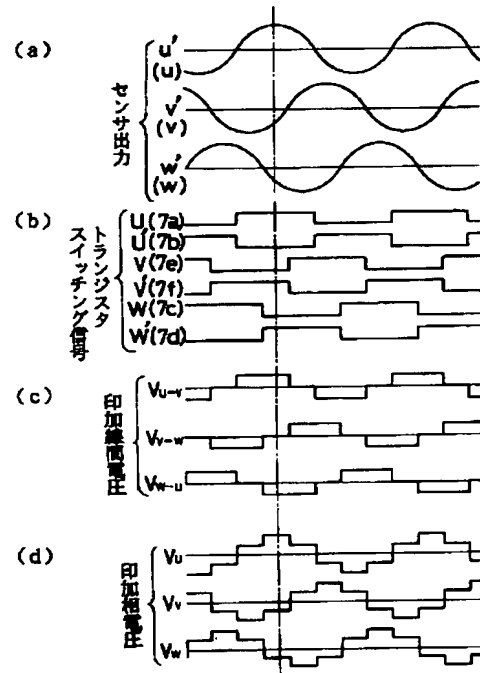
【図10】



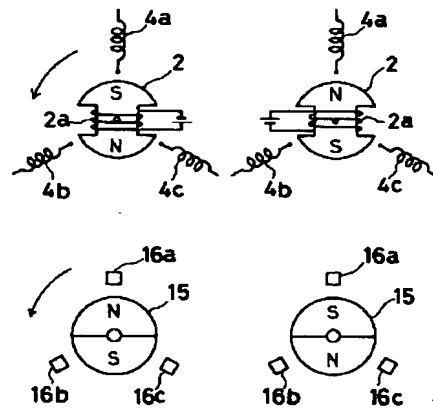
【図13】



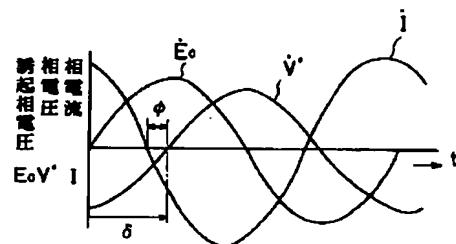
【図9】



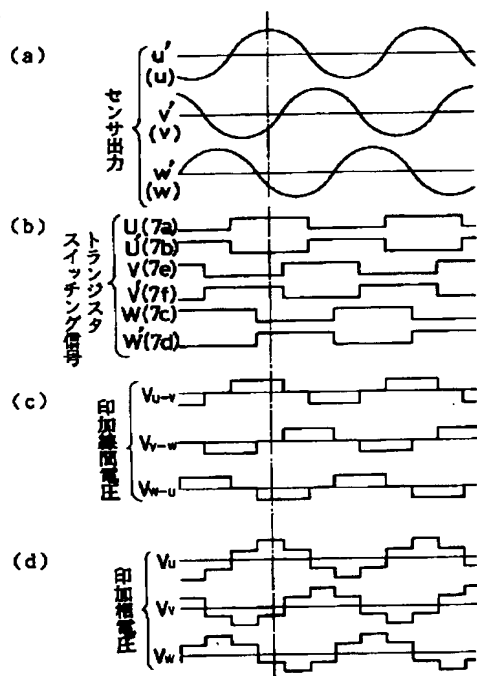
【図11】



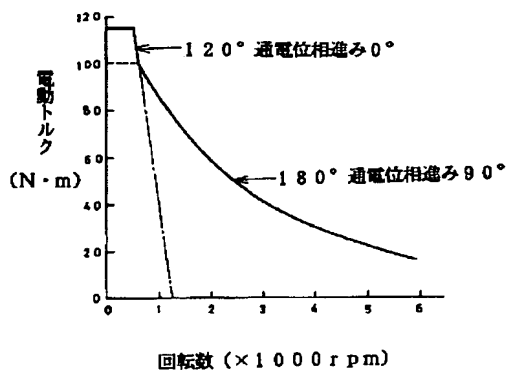
【図18】



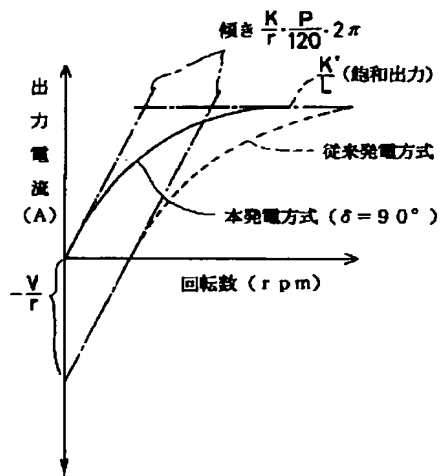
【図12】



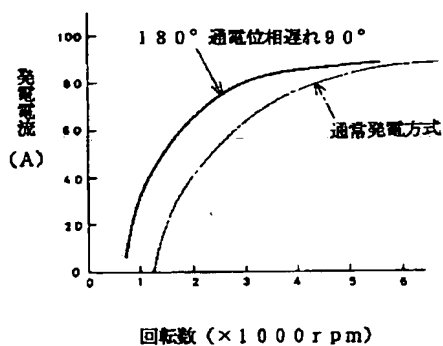
【図19】



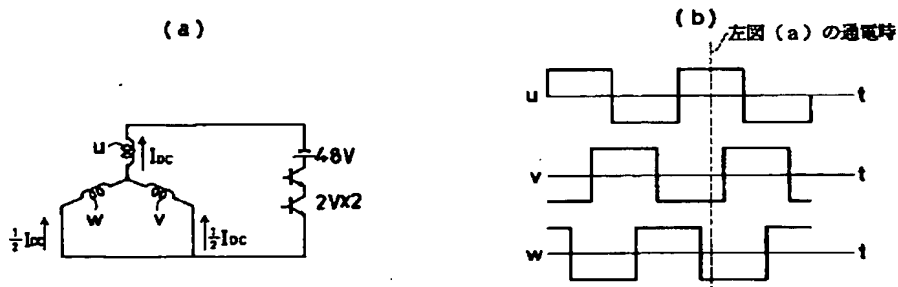
【図16】



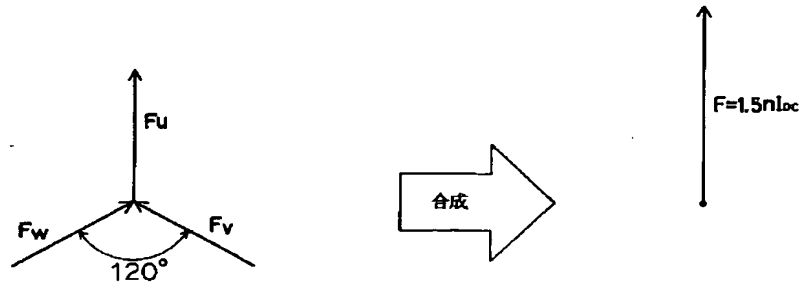
【図20】



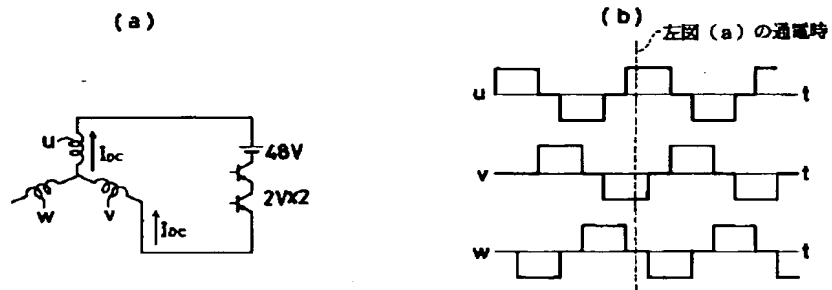
【図21】



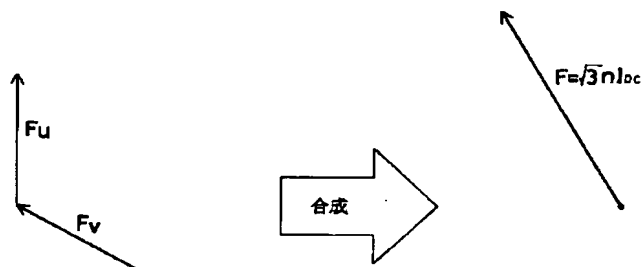
【図22】



【図23】



【図24】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H02P 6/20

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所